Mit PASCAL begann es...

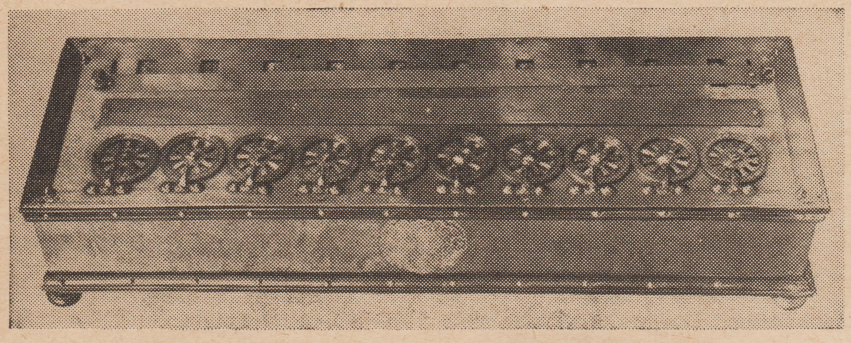
1649

Der sechsundzwanzigjährige Blaise Pascal erhält vom König von Frankreich das königliche Privileg, seine erstmals 1642 hergestellte Rechenmaschine (Addiermaschine) in Frankreich allein herzustellen und zu vertreiben.

1623, im Geburtsjahr Pascals, hatte Wilhelm Schickard in Tübingen, ein Freund von Johann Kepler, bereits eine Multiplikationsmaschine gebaut, die aber schon zu seinen Lebzeiten durch Brand zerstört wurde.

Eine von Pascal hergestellte Addiermaschine. Sie hat wahrscheinlich niemals zuverlässig gearbeitet

▼



Vor 25 Jahren begann die Entwicklung programmgesteuerter Rechenautomaten. Damit wurde dem Menschen ein Hilfsmittel in die Hand gegeben, das in bisher nicht gekanntem Maße außer seiner manuellen Tätigkeit auch seine geistige Tätigkeit unterstützen konnte. Es entstand die elektronische Datenverarbeitung, die heute in zunehmendem Tempo immer neue Anwendungsbereiche durchdringt, und deren volkswirtschaftliche Bedeutung ständig wächst. Nur wenige Menschen verfügen jedoch über ein angemessenes Verständnis für die Probleme der elektronischen Datenverarbeitung.

Im Zusammenhang mit der beginnenden Einsatzvorbereitung für die elektronische Datenverarbeitung in unserer Republik rückt damit ein Überblick über die Geschichte der digitalen* Rechentechnik in die Interessensphäre aller Ingenieure.

Wir baten daher Herrn Münch (KDT) vom VEB Elektronische Rechenmaschinen Karl-Marx-Stadt, dazu einen Aufsatz zu schreiben.

Sehr alt sind die Versuche, eine hohe Konzentration erfordernde Rechentätigkeit durch mechanische Hilfsmittel zu unterstützen. Dabei eilten jedoch oftmals die theoretischen Vorstellungen den technisch gegebenen Möglichkeiten weit voraus.

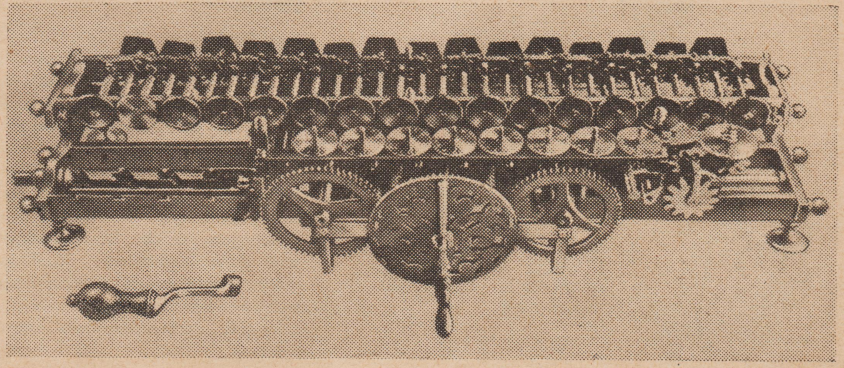
Erst gegen Beginn des 19. Jahrhunderts setzte die fabrikmäßige Herstellung von mechanischen Rechenmaschinen ein. Seitdem haben sie sich zu sehr komplizierten Geräten entwickelt, die eine hohe Leistungsfähigkeit erreichen. Sie zeichnen sich heute aus durch

- mechanisches Rechenwerk für Addition, Subtraktion, automatische Multiplikation und Division,
- Tastatur zur Eingabe der Zahlenwerte (Daten) und zur Steuerung der Rechenoperationen,
- Druckwerk zur Ausgabe der Ergebnisse,
- mehrere mechanische Zählwerke (Speicher) zur Speicherung von Daten,
- elektrischen Antrieb

* Das Wort digital stammt aus dem Lateinischen und ist abgewandelt von digitus, der Finger. Mathematisch bedeutet das also, stellenmäßig oder ziffernmäßig zu rechnen, wie wir es beim gewöhnlichen Rechnen auf dem Papier tun.

1672 ▼

In diesem Jahr führte Gottfried Wilhelm Leibniz der Royal Society in London seine Vierspezies-Rechenmaschine vor. Mit ihr konnten alle vier Grundrechnungsarten ausgeführt werden



Die Leibnizsche Rechenmaschine ohne Gehäuse ▶

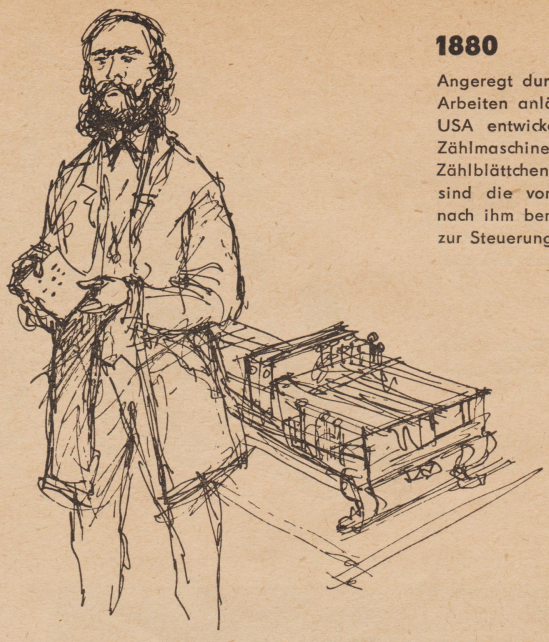
Einige Maschinen ermöglichen sogar das automatische Berechnen von Quadratwurzeln, andere das selbständige Interpolieren von Zwischenwerten. In mehreren Fällen wurden in den letzten Jahren mechanische Rechenmaschinen mit elektronischen Zusatzgeräten für Multiplikation oder Speicherung von Daten versehen. Heute werden auch schon elektronische Tischrechenmaschinen hergestellt, bei denen Rechenwerk und Speicher aus elektronischen Baugruppen bestehen. Sie arbeiten völlig geräuschlos und haben eine höhere Rechengeschwindigkeit als die mechanischen Rechenmaschinen.

Wenn auch die programmgesteuerten Rechenautomaten den Anwendungsbereich der tastengesteuerten Tischrechenmaschinen und Buchungsmaschinen einengen, so werden auch in Zukunft die genannten Maschinen ihre Bedeutung zumindest als Datenerfassungsgeräte für die komplexe Datenverarbeitung erhalten. Es wird mit ihrer Hilfe ein Datenträger, wie
- Lochstreifen
- Lochkarte
- Magnetband

oder eine maschinell lesbare Schrift erzeugt werden, die zur weiteren Verarbeitung in einer Datenverarbeitungsanlage dienen.

Aus der Erfindung des Doktor Hermann Hollerith entstand die Reihe der Lochkartenmaschinen der IBM (International Business Machines Corp), die heute auf dem Büromaschinenmarkt im kapitalistischen Wirtschaftsgebiet eine bedeutende Stellung einnimmt.

Mitte der zwanziger Jahre unseres Jahrhunderts verlagerte sich das Einsatzgebiet der Lochkartentechnik auf Grund der ständig gewachsenen Leistungsfähigkeit von der Statistik auf die betriebliche Abrechnung. Später wurde die Lochkarte auch für wissenschaftlich-technische Aufgaben eingesetzt. Auf dem Höhepunkt ihrer Leistungsfähigkeit wurde die konventionelle Lochkartentechnik durch die elektronische Datenverarbeitung



1880

Angeregt durch die umfangreichen statistischen Arbeiten anläßlich der 10. Volkszählung in den USA entwickelte Dr. Hermann Hollerith eine Zählmaschine für die von ihm eingeführten Zählblättchen. Vorläufer dieser Zählblättchen sind die von Jacquard um 1800 erfundenen, nach ihm benannten, gelochten Jacquardkarten zur Steuerung von Webstühlen

in vielen Fällen bereits wieder auf die Gebiete einfacher Datenverarbeitung abgedrängt, in denen die Anwendung von komplizierten elektronischen Datenverarbeitungsanlagen nicht rentabel ist. Unter den Ein- und Ausgabeaggregaten der Datenverarbeitungsanlagen spielen Lochkartenleser und Lochkartenstanzer heute noch eine hervorragende Rolle.

Aber es ist schon abzusehen, daß in den kommenden Jahren andere Datenträger stärker zur Geltung kommen werden:
- Lochstreifen
- Magnetband
- Belege mit maschinell lesbarer Schrift.

Die ersten Versuche zur Steuerung eines Rechengerätes durch ein Programm wurden in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts von Charles Babbage, Professor der Mathematik an der Universität Cambridge, vorgenommen. Doch wurden seine Maschinen nicht arbeitsfähig, da die zur Verfügung stehenden technischen Mittel nicht die notwendigen hohen Anforderungen erfüllen konnten.

Rund 100 Jahre später, 1934, begann der Bauingenieur Konrad Zuse mit den Vorarbeiten für eine programmgesteuerte Rechenmaschine, mit der er statische Berechnungen durchführen wollte. Bereits 1938 führte er ein vollständiges Rechenwerk (Z 1) vor, das zwar wegen seiner primitiven Herstellungsweise nur teilweise funktionierte, womit er aber die Lösbarkeit des Problems nachwies.

1941 stellte Zuse mit einem Kostenaufwand von 23 000,— RM den Z 3 fertig. Dieser besaß
64 Speicherplätze für Zahlen,
etwa 3000 Relais,
einen Lochbandleser und ein Tastenfeld zur Eingabe der Eingangsdaten,
ein Lampenfeld zur Anzeige der Rechenergebnisse.

Z 3 konnte 15 bis 20 einfache Befehle in einer Sekunde ausführen. Eine Multiplikation dauerte 4 ··· 5 s. Als Programmträger diente gelochter Normalfilm (Kinofilm).

Einen bedeutenden Fortschritt stellte der Z 4 dar, den Zuse Anfang 1945 fertigstellte und der als einziger der neun gebauten Rechner das Kriegsende überstand.

Z 4 war ausgezeichnet durch
2200 Relais,
mechanische Speicher mit insgesamt 64 Speicherplätzen,
Programmsteuerung durch zwei Lochfilme, auf die wahlweise umgestellt werden konnte,
Eingabe über Tastatur,
Ausgabe über Lampenfeld, Schreibmaschine oder Lochbandstanzer.

Eine Multiplikation dauerte 2,5 s, eine Division 5 s.

Die Entwicklung von programmgesteuerten Rechenautomaten während des zweiten Weltkrieges diente vor allem militärischen Zwecken. Gleich-

1900

Das Eindringen der Elektrizität in die Industrie als Antriebsenergie für Motore und Grundprinzipien der elektrischen Nachrichtentechnik führen in der Büromaschinenindustrie zu einer teilweisen „Entmechanisierung" der Rechenmaschinen. Nach und nach werden starre Verbindungen in Form von Wellen und Gestängen durch Drahtleitungen und elektromechanische Schaltelemente ersetzt. Auch Elektromotore werden bereits vereinzelt als Antrieb der Rechenmaschinen eingesetzt

zeitig mit Zuse, aber unabhängig von ihm, wurde in den USA die Entwicklung solcher Geräte stark vorangetrieben. Auf der Grundlage von gekoppelten IBM-Lochkartenmaschinen bzw. deren Baugruppen baute H. H. Aiken den Mark I, der im Mai 1944 in Betrieb genommen wurde. Der Mark I hatte:

keine zentrale Programmsteuerung, sondern Steuerung über Stecktafeln der Einzelmaschinen,
keine variablen Speicher,
72 mechanische Addierzählwerke und 60 Festwortspeicherplätze,
Lochbandleser für Dateneingabe,
eine Masse von 35 t.

Die Addition zweier 23stelliger Dezimalzahlen dauerte 0,3 s, die Multiplikation 6 s, die Division 11,4 s, die Berechnung von sin x etwa 60 s. In den späteren Jahren entstanden noch die Rechner Mark II bis Mark IV.

Auch in der DDR wurde ein Relaisrechner gebaut, der OPREMA vom VEB Carl Zeiss, Jena.

Der OPREMA bestand eigentlich aus zwei Maschinen, die parallel zueinander arbeiten sollten. Im praktischen Betrieb erwies sich das jedoch als unnötig.

Der Einsatz der Relaistechnik für programmgesteuerte Rechenautomaten war jedoch bald den steigenden Anforderungen in bezug auf Operationsgeschwindigkeit und Speicherkapazität nicht mehr gewachsen. Die Relais wurden durch Elektronenröhren abgelöst.

Im Juli 1943 wurde auf Veranlassung des USA-Kriegsministeriums mit dem Bau eines Rechenautomaten begonnen, der mit Elektronenröhren bestückt war. Im Mai 1946 wurde der ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer), der erste vollelektronische Großrechenautomat der Welt, in Betrieb genommen. ENIAC war für die Bearbeitung ballistischer Aufgaben und von Problemen der Kerntechnik vorgesehen. Seine Daten:

17 468 Röhren,
1 500 Relais,
Speicherkapazität 20 zehnstellige Dezimalzahlen,
Masse 30 t,
Kosten 400 000 $.

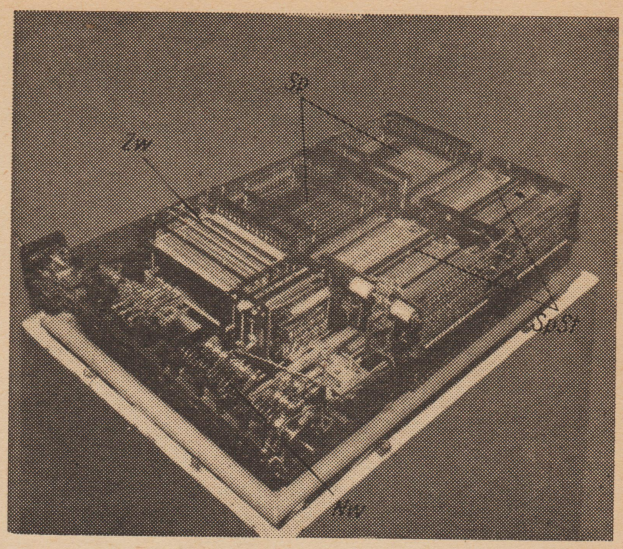
Später wurde der ENIAC auch für andere wissenschaftliche Berechnungen eingesetzt und 1955 außer Dienst gestellt.

Der erste elektronische Rechenautomat mit intern gespeichertem Programm war der EDSAC der Universität Cambridge, der 1949 fertiggestellt wurde. Er hatte eine Speicherkapazität von 512 Worten zu je 34 Stellen.

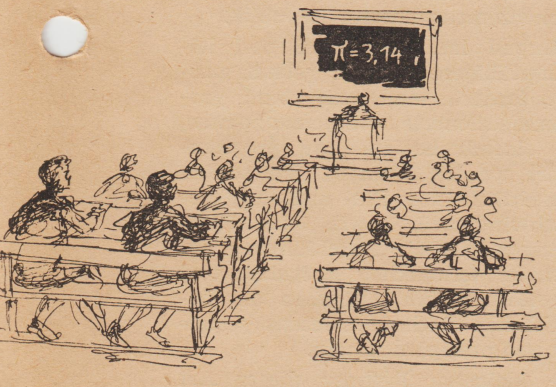
Der erste programmgesteuerte Rechenautomat auf elektronischer Basis in der Sowjetunion war der MESM, der im Mathematischen Institut der Akademie der Wissenschaften der Ukrainischen SSR entwickelt wurde. 1951 wurden mit dem MESM unter anderem Berechnungen für die Hochspannungsleitung Kuibyschew—Moskau durchgeführt.

Erst 1950 wurden in den USA die ersten Rechner auch für wirtschaftliche Berechnungen eingesetzt. Sie erwiesen sich aber zunächst als wenig geeignet, da ihre Ein- und Ausgabeaggregate die in der Ökonomie auftretenden großen Datenmengen nicht verarbeiten konnten und auch die Speicherkapazität nicht ausreichte. Außerdem fehlten anfangs Erfahrung und Schulung, um die Rechner wirtschaftlich einzusetzen.

1945



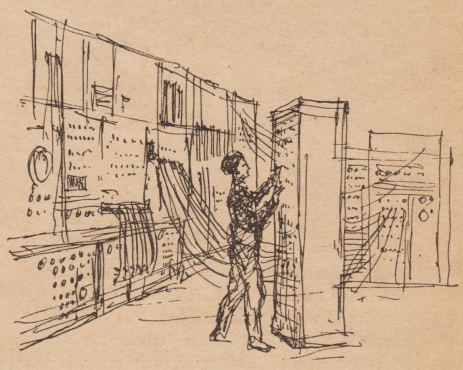
Speicherwerk des Zuse-Rechenautomaten Z 4. Es hat 64 Zellen, deren jede eine siebenstellige Dezimalzahl mit Vorzeichen in Dualform speichern kann.
Sp: Eigentliches Speicherwerk,
SpSt: Vorrichtung für den Speicher- und Ablesevorgang,
Zw: Zellenwähler,
Nw: Nockenwelle, die die Bewegung der einzelnen Teile bewirkt



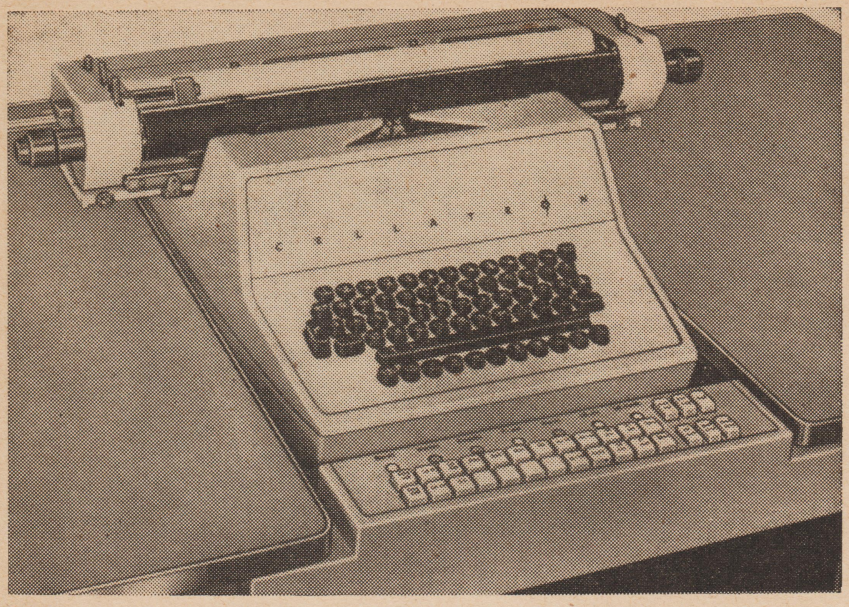
$\pi = 3{,}142\ldots\ldots\ldots$; Um den ▶ 707 Stellen Wert π auf 707 Stellen genau zu berechnen, benötigte ein englischer Gelehrter in unermüdlicher, andauernder Arbeit rund 15 Jahre

◀ 1948

$\pi = 3{,}14$; für Grundschüler reicht dieser Zahlenwert völlig aus



▲ $\pi = 3{,}1428\ldots\ldots\ldots$! Nachdem 2048 Stellen dem Rechenautomaten ENIAC das erforderliche Programm eingegeben war, benötigte er zur Ermittlung des Wertes mit 2048 Stellen einen Tag



1963

Vom VEB Cellatron in Zella-Mehlis wird die Produktion des elektronischen Kleinrechenautomaten SER 2 b aufgenommen. Mit diesem Rechenautomaten, der etwa die Größe eines Schreibtisches hat, können Additionen und Subtraktionen in 5 ms, zehnstellige Divisionen und Multiplikationen in 280 ms ausgeführt werden. Den Benutzern steht eine Programmbibliothek zur Verfügung

In vielen Fällen versuchte man die teuren Rechenautomaten für Arbeiten einzusetzen, die besser mit der einfacheren Lochkartentechnik hätten gelöst werden können. Dabei stiegen natürlich die Kosten erheblich an. Nach solchen Rückschlägen wurden die Rechenautomaten jedoch den spezifischen Bedingungen der Datenverarbeitung angepaßt. Systematische Schulungen und Einsatzvorbereitungen gewährleisteten bald den rationellen Einsatz von Rechnern.

Im kapitalistischen Wirtschaftsgebiet wurde die Produktion von Rechenautomaten nach wenigen Jahren fast ausschließlich von Großfirmen übernommen. Auffallend war die anfängliche Zurückhaltung von IBM. Später brachte dieser größte Büromaschinenkonzern der Welt auf Grund seines erdrückenden Übergewichtes auf dem Lochkartensektor, seines hervorragend organisierten Kundendienstes und der großen Forschungs- und Entwicklungskapazität schnell den Rechnermarkt im kapitalistischen Ausland zum überwiegenden Teil unter seine Kontrolle.

Eine neue Etappe in der Entwicklung von Rechenautomaten leitete die Verwendung von Transistoren ein. Der Transistor braucht keinen Heizstrom und daher auch keine Kühlung. Bezüglich der Lebensdauer, Platzbedarf und Leistungsaufnahme ist er der Elektronenröhre wesentlich überlegen.

Der erste volltransistorisierte Rechenautomat „Transac S 1000 Scientific" der Philco Corp. Philadelphia erschien im Mai 1957 auf dem Markt und hatte folgende Daten:

Leistungsaufnahme 1,2 kW,
Kühlung war nicht erforderlich,
Magnetkernspeicher für 4096 Worte von je 12 Dezimalstellen,
Addition und Subtraktion in 5,5 μs,
Multiplikation 130 μs,
Division 200 μs.

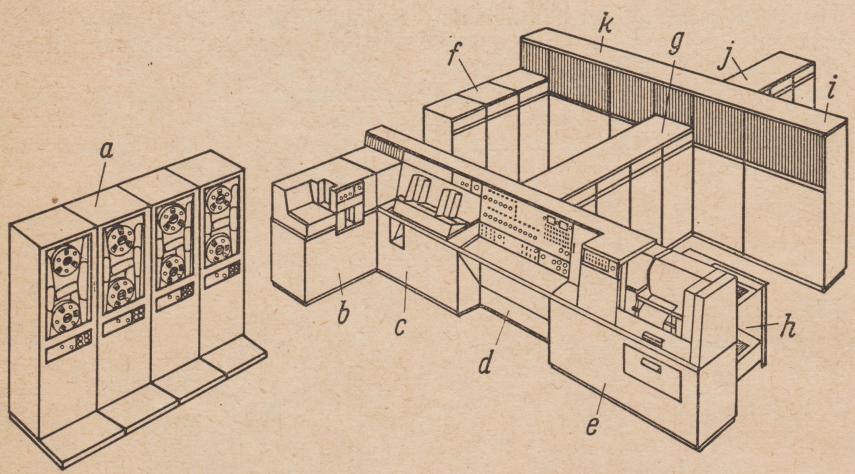
Um 1957 begann sich in vielen Ländern ein stärkeres Interesse an der modernen Rechentechnik zu regen. Die Rechenautomaten hatten ihre Kinderkrankheiten überwunden, ihre Vorteile hatten sich herauskristallisiert, und man begann ihre große Bedeutung für die Zukunft zu ahnen.

In der Deutschen Demokratischen Republik wurde ab 1959 der ZRA 1 beim VEB Carl Zeiss, Jena, gefertigt. Dieser Rechner, der sich vornehmlich für technische Aufgaben eignet, bildet heute die Standardbesetzung der Rechenzentren unserer Republik.

Während immer größere und leistungsfähigere Rechner gebaut wurden, forderte man auch kleine programmgesteuerte Rechenautomaten, die einfach bedient und programmiert werden konnten. Sie sollten hinsichtlich ihrer Ein- und Ausgabegeschwindigkeit, sowie ihrer Speicherkapazität die Durchführung begrenzter technischer Aufgaben und die Lösung von Aufgaben des betrieblichen Rechnungswesens gestatten und preisgünstig sein.

Die kleinsten Rechner dieser Art stellen den Anschluß an die durch die Steuerbrücke programmierbaren Buchungsautomaten her.

Die Forderungen an den Speicher eines Rechenautomaten stiegen rasch an. Man benötigte einerseits eine große Speicherkapazität, andererseits



1961

In Großbritannien gebaute elektronische Datenverarbeitungsanlage I.C.T. 1301.
Mit ihr können je Stunde maximal 36 000 40- oder 80stellige Lochkarten bearbeitet werden. Additionen und Subtraktionen dauern etwa 25 μs, Multiplikationen etwa 900 μs.
Der Hauptspeicher (intern) nimmt auf acht Magnettrommeln bis zu 96 000 Worte (1 152 000 Dezimalstellen) auf. Der Magnetbandspeicher (extern) kann bis zu 22×10^6 Ziffern je Bandeinheit aufnehmen. Acht solcher Bandeinheiten können angeschlossen werden.
Aufbau der Datenverarbeitungsanlage I.C.T. 1301:

A Magnetbandeinheit*
B Stanzer
C Kartenleser
D Steuerpult
E Schnelldrucker
F Zusätzliche Trommelspeicher*
G Zentraleinheit
H Papierwagen
I Kernspeicher
J Magnetbandsteuereinheit*
K Magnettrommel

Die mit * versehenen Einheiten gehören nicht zur Grundausrüstung

sollten die Daten aus dem Speicher schnell zur Verfügung stehen.

Der erste Speicher mit ausreichender Speicherkapazität war die Magnettrommel. Bei Zugriffszeiten von einigen Millisekunden konnten auf ihr zunächst bis etwa 10 000 Worte (Befehle oder Zahlen) gespeichert werden. Eine weitaus größere Speicherkapazität von einigen Millionen alphanumerischen Zeichen brachte ab 1955 das Magnetband. Es hatte allerdings den Nachteil wesentlich höherer Zugriffszeiten und gestattete keinen wahlfreien Zugriff. 1956 erschien von IBM der Magnetplattenspeicher mit $0{,}5 \cdots 1 \times 10^6$ Zeichen Speicherkapazität. Seit 1958 gibt es den Magnetkartenspeicher mit den Vorteilen des Magnetbandspeichers und wahlfreiem Zugriff.

Nun erfolgte eine Trennung in interne und externe Speicher. Bei den internen Speichern wurde besonderer Wert auf kurze Zugriffszeiten zu den gespeicherten Daten gelegt. Bei den externen Speichern kommt es vor allem auf eine hohe Speicherkapazität an. Als interne Speicher setzen sich in den letzten Jahren allgemein die Magnetkernspeicher durch.

Die Eingabe der Daten in den Rechenautomaten erfolgt im wesentlichen vermittels Lochkarten oder Lochstreifen. Es wurden schnelle Eingabegeräte geschaffen, die, abgesehen von ganz besonders schnell arbeitenden Sondergeräten, in 1 s bis zu 1000 Zeichen vom Lochband oder bis zu zehn Lochkarten lesen. Die Ausgabe der Daten wird über Lochkarten (bis fünf Karten je s), Lochband (bis 150 Zeichen je s) oder Schnelldrucker (bis 15 Zeilen je s) vorgenommen.

In letzter Zeit ist der Unterschied zwischen den für technische Zwecke besonders geeigneten Rechenautomaten, die sich vor allem durch hohe Operationsgeschwindigkeiten auszeichnen, und den für ökonomische Zwecke geeigneten Datenverarbeitungsanlagen, die sehr leistungsfähige Ein- und Ausgabeaggregate und umfangreiche Speicher besaßen, immer stärker verwischt worden.

Durch das stürmische Eindringen der Mathematik in die Ökonomie ergab sich die Notwendigkeit der Entwicklung universeller Datenverarbeitungsanlagen. Solche Anlagen sind für beide Zwecke gut brauchbar, nämlich

- zur Verarbeitung weniger Daten mittels komplizierter mathematischer Operationen und
- zur Verarbeitung großer Datenmengen mittels einfacher Berechnungen.

Die Anwendungsgebiete der Datenverarbeitungsanlagen sind in den einzelnen kapitalistischen Ländern verschieden. Während Westdeutschland gegenwärtig in der Automatisierung der Verwaltungsarbeiten allen anderen voraus ist, führt bei der Bearbeitung wissenschaftlich-technischer Probleme Großbritannien und bei der Steuerung von Produktionsprozessen Großbritannien gemeinsam mit Frankreich.

In der DDR sind zur Zeit nur etwa 30 ZRA 1 und einige andere Rechner, aber noch keine eigentlichen Datenverarbeitungsanlagen eingesetzt.

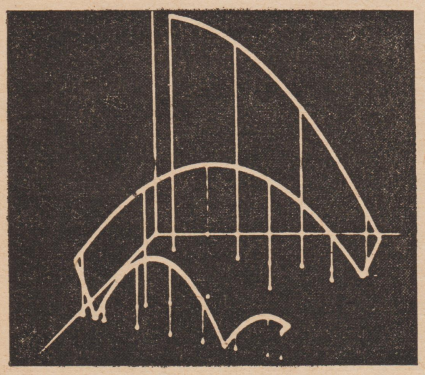
Die Grundlage zur Änderung des angeführten Mißverhältnisses bildet ein Beschluß des Ministerrates der DDR über die Einführung der Datenverarbeitung. Darin wird insbesondere die Entwicklung von Datenverarbeitungssystemen und deren Anwendung in der DDR festgelegt. In wenigen Jahren wird in unserer Republik eine größere Zahl von Datenverarbeitungssystemen eingesetzt sein, die ständig und schnell erweitert wird. Das erfordert jedoch von unseren Ingenieuren, Ökonomen, Wirtschaftsleitern und Wissenschaftlern das schnelle Erfassen der Möglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitung und große Anstrengungen zur organisatorischen Vorbereitung des wirtschaftlichen Einsatzes dieser Datenverarbeitungssysteme.

1962

In Großbritannien wurde der elektronische Tischrechenautomat „ANITA" entwickelt, der voll transistorisiert ist und völlig lautlos arbeitet. Er hat eine Eigenmasse von 12,7 kg und ist 24 cm × 38 cm × 44 cm groß. Die Ergebnisse werden mit großen Leuchtziffern sofort im Resultatfeld angezeigt

Die Anwendung moderner Datenverarbeitungssysteme (deren Mittelpunkt ein programmgesteuerter Rechenautomat bildet) erfaßt immer neue Bereiche. Hier seien nur einige der wichtigsten genannt:

- Planung und Abrechnung in der Volkswirtschaft;
- Einsatz im Handel, vor allem auch im Versandhandel;
- Bank- und Versicherungswesen;
- Steuerung von Produktionsprozessen;
- Sprachübersetzung und Dokumentation;
- Biologische Forschung.



1965

Das Foto beweist die Leistungsfähigkeit modernster Rechenautomaten. Der Datenverarbeitungsanlage werden die erforderlichen Werte eines Balles, wie Eigenmasse, Elastizitätsmodul, Anfangsbeschleunigung usw., eingegeben. Sie berechnet und zeichnet fast gleichzeitig auf geeigneten Leuchtschirmen das dreidimensionale Bild der theoretisch entstehenden Wurfkurven

Literatur: K. Steinbuch „Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung", Springer-Verlag 1962, N. A. Archangelski, B. I. Saizew „Automatische Ziffernrechenmaschinen", VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften 1960.

Illustrationen: Zeichnungen: Räde (7), Westerdorf (1); Foto: Mathem.-phys. Salon, Dresden (1), TG-Archiv (5).